

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2001135562  
PUBLICATION DATE : 18-05-01

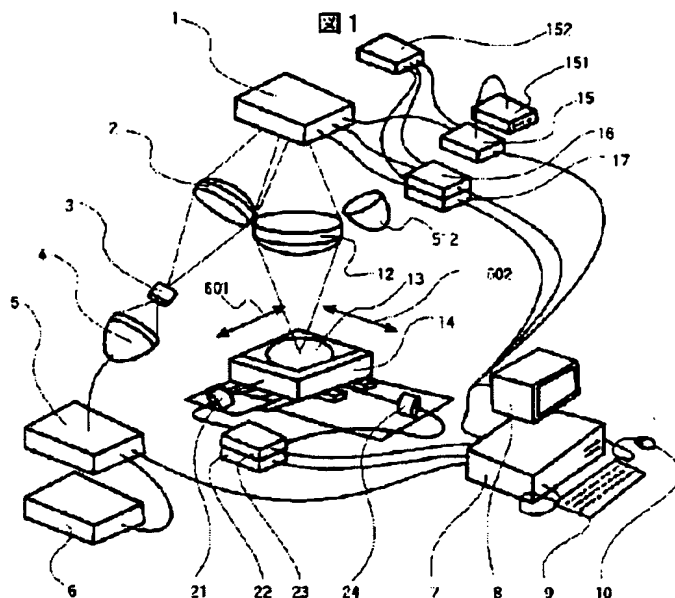
APPLICATION DATE : 05-11-99  
APPLICATION NUMBER : 11314739

APPLICANT : HITACHI LTD;

INVENTOR : KONO AKIOMI;

INT.CL. : H01L 21/027 G02B 26/08 G03F 1/08  
G03F 7/20

TITLE : LITHOGRAPHY SYSTEM



**ABSTRACT :** **PROBLEM TO BE SOLVED:** To solve a problem of a conventional lithography system that a plurality of masks or reticles are aligned while being replaced when a plurality of patterns are exposure recorded while being superposed on a wafer and thereby the yield decreases due to superposition accuracy of the patterns to cause lowering of throughput of exposure recording.

**SOLUTION:** In place of a reticle or a mask written over a plurality of sheets, one or a plurality of reflection spatial optical modulation elements indicating a brightness pattern equivalent to the pattern written on each reticle or mask is arranged. Selective reflection surface of the spatial optical modulation element is irradiated with light from the light source of a lithography system and the numerical aperture of irradiating light is matched with that of a projection lens for the reflection spatial optical modulation element. Furthermore, variation with time of the brightness pattern indicated by the reflection spatial optical modulation element is synchronized with the movement of a silicon wafer with regard to the conjugate ratio of the pattern on the silicon wafer and the projection lens.

**COPYRIGHT:** (C)2001,JPO

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(11)特許出願公開番号

特開2001-135562

( P2001 - 135562A )

(43)公開日 平成13年5月18日(2001.5.18)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

## 識別記号

FI

テ-マ-ト (参考)

H01L 21/027

G O 2 B 26/08

E 2H041

G O 2 B 26/08

G 0 3 F 1/08

Z 2H095

G 0 3 F 1/08

7/20

521 5F046

7/20

**5 2 1**

H0 1 L 21/30

517

502P

審査請求 未請求 請求項の数 3 OL (全 6 頁) 最終頁に絞く

(21)出題番号

特開平11-314739

(22) 山園日

平成11年11月5日(1999.11.5)

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代山区神山駿河台四丁目 6 番地

(72) 発明者 渡部 成夫

茨城県上浦市神立町502番地 株式会社日

立製作所機械研究所内

(72)発明者 三宅 亮

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日

立製作所機械研究所内

(74) 代理人 100075096

井理士 作田 康夫

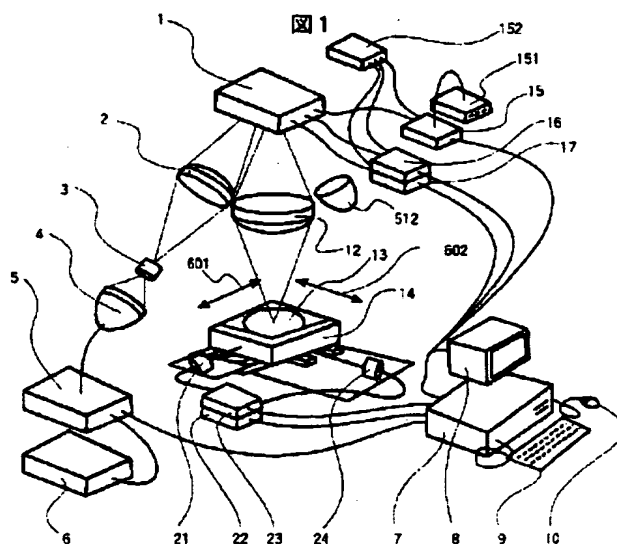
**最終頁に続く**

(54)【発明の名称】 リソグラフィ装置

(57) 【要約】

【課題】従来、複数のパターンをウェハ上に重ねて露光記録する場合、複数のマスクやレチクルを取替えながら位置決めして露光している。そのため、パターンの重ね合わせ精度によって歩留まりが低下し露光記録のスループットも低下している。

【解決手段】複数枚に分けて描画したレチクルまたはマスクに替えて、各レチクルまたはマスクに描画したパターンと同等の明暗パターンを表示する反射型空間光変調素子を1個または複数個配置し、この反射型空間光変調素子の選択反射する表面にリソグラフィ装置の光源から光を照明レンズで照射すると共に、照射光の開口数を反射型空間光変調素子に対する投影レンズの開口数を一致させ、さらに、反射型空間光変調素子が表示する明暗パターンの時間的な変化を、シリコンウェハ上のパターンと投影レンズの共役比についてシリコンウェハの動きに同期させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】投影レンズについてウェハと共役な位置に、シリコンウェハ上に投影するパターンを発生させる装置として反射型空間光変調素子を設置したことを特徴とするリソグラフィ装置。

【請求項2】請求項1記載のリソグラフィ装置において、前記反射型空間光変調素子を1個または複数個を並べて設置したことを特徴とするリソグラフィ装置。

【請求項3】請求項1又は2記載のリソグラフィ装置において、前記反射型空間光変調素子が表示するパターンの時間的な変化が、シリコンウェハ上のパターンと投影レンズの共役比についてシリコンウェハの動きに同期することを特徴とするリソグラフィ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体ウェハ上に微細なパターンを形成するために、光パターンを投影するリソグラフィ装置に係り、特に、シリコンウェハ上に投影されたパターンサイズが1ミクロンから数ミクロンのバルク・マイクロマシニングに適用する装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】シリコンウェハ上に投影するパターンとシリコンウェハ上に露光記録されたパターンの比が1:1〜5:1である、バルク・マイクロマシニングで使用されるリソグラフィ装置としては、例えば、月刊Semiconductor World 第14巻 第2号(株式会社 プレスジャーナル、平成7年1月20日発行)p.136「図2プロキシミティ露光方法」や、光学第21巻第10号(社団法人応用物理学会分科会日本光学会、1994年10月10日発行)p.610「図1円弧スリット走査による等倍2枚鏡系の露光」で説明されている装置がある。

【0003】これらはいずれも、別の装置で作成したシリコンウェハ上に投影するパターンを描画したレチクルまたはマスクを、シリコンウェハ直上に設置したり、投影レンズについてシリコンウェハと共役な位置に設置して、両者をその共役比に応じて移動させながらレチクルまたはマスクのパターンをシリコンウェハ上に投影している。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の技術によるリソグラフィ装置を使ってシリコンウェハ上に複雑なパターンを露光記録するときには、複数枚に分けて描画したレチクルまたはマスクを取り替えながら順次投影する必要があった。

【0005】このレチクルまたはマスクの枚数は十数枚を越えることがあり、シリコンウェハ上に露光記録されたこれらのパターンの重ね合わせを正確にするために

は、全てのレチクルまたはマスクとシリコンウェハの相対位置決め精度はサブミクロンを維持しなくてはならなかった。

【0006】そのため、露光記録スループットを高くすることが難しく、スループットを高くしようとする、露光記録されたシリコンウェハの完成品歩留まりを高くすることが難しいという問題があった。

【0007】本発明の目的は、露光記録のスループットを高くし、露光記録されたシリコンウェハの完成品歩留まりを高くできるリソグラフィ装置を提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】上記問題は、シリコンウェハ上に複雑なパターンを露光記録するときに、複数枚に分けて描画したレチクルを用いること、または、マスクを取り替えながら順次投影するために発生することは明白である。

【0009】そこで、本発明では、この複数枚に分けて描画したレチクルまたはマスクに替えて、各レチクルまたはマスクに描画したパターンと同等の明暗パターンを表示する反射型空間光変調素子を1個または複数個配置する構成とした。

【0010】また、この反射型空間光変調素子の選択反射する表面に、従来のリソグラフィ装置が備えていたものと同じ光源からの光を照明レンズで照射すると共に、この照射光の開口数を、反射型空間光変調素子に対する投影レンズの開口数を略同じにした。

【0011】さらに、反射型空間光変調素子が表示する明暗パターンの時間的な変化は、シリコンウェハ上のパターンと投影レンズの共役比についてシリコンウェハの動きに同期させるようにした。

## 【0012】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の1実施例であり、本発明を適用したシステムを構成する主要な要素とその位置関係および信号伝達関係を示している。

【0013】シリコンウェハ13は、その法線が投影レンズ12の光軸と平行になるように、ステージ14上に固定される。ステージ14は、投影レンズ12の(図示しない)光軸がシリコンウェハ13の中心を通るように微動調整かつ固定する機能を備えている。また、反射型空間光変調素子1が変調した光の分布パターンが移動する方向(矢印601)に、速度一定の条件で移動する機能と、反射型空間光変調素子1が変調した光の分布パターンが移動する方向に直角な方向(矢印602)に一定距離だけステップ移動する機能とを備えている。なお、この移動は、モーター21と24とをモーター制御装置22と23とを介して制御用コンピュータ7で制御される。

【0014】シリコンウェハ13の上方には、投影レンズ12が設置され、さらにその上方には反射型空間光変調素子1が設置されている。このとき、投影レンズ12

の位置は、反射型空間光変調素子1が変調した光の分布パターンと、シリコンウェハ13上に投影されたパターンとの大きさの比によって決められる。例えば、比が1:1ならば投影レンズ12の開口は反射型空間光変調素子1とシリコンウェハ13との中間に位置決めされる。比が5:1ならば投影レンズ12の開口は、反射型空間光変調素子1とシリコンウェハ13とを5:1に内分するよう位置決めされる。本実施例では、この比が1:1の場合を用いて説明する。

【0015】反射型空間光変調素子1は、これに入射する光束の一部、又は全部を特定の方向に反射する機能を備えたものである。本実施例では、この機能を用いて、反射型空間光変調素子1に入射した光を変調するパターンが、従来のリソグラフィ装置のマスクまたはレチクルに相当するパターンとなるようにして、パターン発生素子として利用するものである。

【0016】反射型空間光変調素子1がこのようなパターンを発生させるために、制御用コンピュータ7のディスプレイ8に表示されるパターンを、その元になる信号として利用する構成とした。すなわち、制御用コンピュータ7からディスプレイ8に伝送される信号を分岐し、この信号をデジタル行アドレス発生器16とデジタル列アドレス発生器17、および1ビットのD/A回路15に入力する。そして、それぞれから得られた信号を基に、反射型空間光変調素子1の光を反射する部分の空間位置(行位置と列位置)と、この部分が光を反射するか否かを決定する。この処理は、制御用コンピュータのディスプレイ8の表示に同期する必要はなく、独自に同期周波数装置152の信号に基づいて行う。さらに、制御用コンピュータのディスプレイ8の表示における信号は、輝度に関して多値であるが、リソグラフィ装置におけるシリコンウェハ上のレジストへの照明強度は多値である必要はない。そのため、二値設定装置151による値に基づいて1ビットのD/A回路15を介して反射型空間光変調素子1の変調を行う構成としている。

【0017】このような反射型空間光変調素子1としては、例えば、テキサス・インスツルメンツ社(Texas Instruments Inc.)のデジタル・マイクロミラー・デバイス(Digital Micromirror Device、以下DMDと略称する)がある。この素子は、例えば、Larry J. Hornbeck著 Digital Light Processing for High-Brightness, High-Resolution Applications, Electronic Imaging, El'97 Projection Display III Co-Sponsored by IS&T and SPIE An Invited Paper 1997, Page 4 left sideにあるように、大きさが16ミクロンメートル平方の変調用ミラーが17ミクロンメートルピッチに配置されており、ミラーの反射角度がその中立位置から仰角および俯角に10度、15ナノ秒で傾けることができる。このDMDは、その素子素材および構造が簡単なことから、ミラーの大きさは10ミクロンメートル平方まで微細化でき

る。

【0018】反射型空間光変調素子1は、照明レンズ2について光強度一様化光学系3の射出開口と共役な位置にある。その法線は、照明レンズ2の光軸について20度傾けた状態で固定される。この20度とは、反射型空間光変調素子1が光を反射するか否の状態を作り出すために、マイクロミラーの設置角度を変化させるときの最大値10度の2倍としたものである。なお、照明レンズ2が反射型空間光変調素子1を照明する光の開口数は、反射型空間光変調素子1からの光が投影レンズ12に入射するときの開口数と一致するようにした。

【0019】光強度一様化光学系3は、照明光源4の空間的な発光強度分布をその射出開口の範囲で一様化するための光学系で、これにより照明強度分布が反射型空間光変調素子1の変調領域全面、さらにはシリコンウェハ13表面で一様になる。

【0020】照明光源4は、シリコンウェハ13上に塗布されるレジストに適した発光波長強度分布の光源が選択される。本実施例では、水銀ランプを用いることにする。この照明光源4は、発光初期化と発光安定のための回路5と高圧電源6によって発光制御される。発光のタイミングは、シリコンウェハ13の静止または一定速度移動に同期して制御用コンピュータ7で制御される。

【0021】以上に述べた各要素の制御情報の伝達は、以下の通りである。

【0022】シリコンウェハ13上に露光記録するパターンを設計し、その2次元イメージをコンピュータデータとして取り込んだ後、制御用コンピュータ7のディスプレイ8に表示する。この表示データ信号は、同時にデジタル行アドレス発生器16とデジタル列アドレス発生器17、1ビットD/A回路15に送られ、それぞれ反射型空間光変調素子1の変調空間位置(行および列位置)と変調信号が計算され、反射型空間光変調素子1に送られる。

【0023】反射型空間光変調素子1は、その変調領域において、このデータが示すマスク部分またはアンマスク部分の分布状況に応じて、水銀ランプからの光の一部または全部を投影レンズ12を介してシリコンウェハに照射するよう個々の素子を変調する。シリコンウェハを照射しない光は、ビームストッパ512に入力してその強度を減衰させる。このとき、レジストの違いによる露光時間の調整は、直接照明光源4を点灯または消灯するのではなく、反射型空間光変調素子1の変調を調整する。これにより、点灯または消灯の際に発生する光源光量の変動をなくすることができる。さらに、この調整時間が15ナノ秒と非常に短いため、露光についてのスループットを高めることができる。

【0024】以上の実施例によれば、シリコンウェハ13上に露光記録するパターンを予めマスクに焼き付けて、これを逐次交換することがないため、交換毎に必要

なシリコンウェハ13とマスクのアライメントが不要となる。これにより、アライメントに起因するパターン焼き付け誤差が発生しないため、歩留まりを高めることができる。

【0025】また、シリコンウェハ13上に露光記録するパターンが、デジタル情報のまま反射型空間光変調素子1に転送できるため、露光記録するパターンの種類が数十種類と多数になっても露光記録スループットを高く維持することができる。

【0026】さらに、シリコンウェハ13上に露光記録するパターンエッジが、光の回折の影響を受けて劣化するのを防ぐための近接効果の補正において、予め設計したパターンについて露光記録時に補正パターンを発生させることができるため、露光記録スループットを高く維持したまま、高品質なパターンを露光記録することができる。

【0027】図2は、本発明の他の実施例であり、本発明を適用したシステムを構成する主要な要素のうち、図1とは異なる部分のみを図示している。

【0028】図2において、投影レンズ121は反射型空間光変調素子101と102と103が変調した光の分布パターンとシリコンウェハ13上に投影されたパターンとの大きさの比を5:1にするように、投影レンズ12の開口が反射型空間光変調素子101と102と103の変調領域とシリコンウェハ13を5:1に内分する位置に置いた。

【0029】反射型空間光変調素子101と102と103は横一列に並べられ、隣り合う素子の隙間は、それぞれの反射型空間光変調素子内の変調用ミラー配置ピッチと同一になっている。これらの反射型空間光変調素子101と102と103は、それぞれ別々の照明レンズ104と105と106によって、光強度一様化光学系107と108と109を介して照明光源110と111と112の光を、反射型空間光変調素子101と102と103が設置されている平面についての法線に20度の角度をなして照影される。この照明光のうち、反射型空間光変調素子101と102と103で変調されるがシリコンウェハを照射しない光は、ビームストッパ113と114、115に入力してその強度を減衰させる。

【0030】照明光源110と111と112とは、全てが同一の発光初期化と発光安定のための回路5と高圧電源6で駆動される。このとき、照明光源110と111と112に発光強度にばらつきがある場合は、反射型空間光変調素子101と102と103による空間変調速度を調整することによって、シリコンウェハ上に塗布されたレジストへの露光量を一様にするすることができる。

【0031】図3は、図2における反射型空間光変調素子101と102と103が変調する光パターンの模式図であり、図3(a)から(b)、さらに(c)へと一定時間

で連続に変化する様子を示している。もとの設計した露光記録パターンは(d)であり、マスク領域130とアンマスク領域131が描画されており、反射型空間光変調素子101と102と103においては、それぞれが照明光を反射する変調と、反射しない変調をする。

【0032】図3(a)から(c)は、(d)の一部を反射型空間光変調素子101と102と103の変調領域の中で、いわゆるスクロールするように変調内容が変化する。このスクロールは、制御用コンピュータ7のディスプレイ8に表示した図3(d)のパターンの一部をスクロール操作することで行うことができる。シリコンウェハ13を固定したステージ14は、このスクロールに同期してスクロールの方向であってスクロールの向きとは逆向き(矢印603)に一定速度で移動する。このときの移動速度は、反射型空間光変調素子101と102と103が変調する光パターンのスクロール速度に、投影レンズ121の縮小比5:1を乗じた速度となる。

【0033】上述の実施例によれば、投影レンズ121が縮小比5:1となるよう反射型空間光変調素子101と102と103が変調した光の分布パターンをシリコンウェハ13上に縮小露光するため、反射型空間光変調素子より高精細なパターンを露光記録することができる。しかも、複数個並べられた反射型空間光変調素子によって変調した光の分布パターンを発生させているので、シリコンウェハ上の露光記録パターンの面積が小さくなることはなく、露光記録スループットを高く保つことができる。

【0034】また、本実施例においては、反射型空間光変調素子101等の変調領域でのパターンをスクロールすることによって、図3の(d)に示す露光記録パターンのように反射型空間光変調素子101等の変調領域よりも大きな領域に渡ってパターンが描かれていても、反射型空間光変調素子101等を動かすことなく、シリコンウェハ13が固定されたステージ14を同期走査することで、シリコンウェハ13上に露光記録することができる。これにより、従来の方法では複数のマスクを交換して、ステージ14をステップ移動しながら記録する場合のように重ね合わせ誤差が発生することがなく、歩留まりを高くすることができる。また、複数のマスクを交換することが無いため、露光記録のスループットを高くすることができる。

【0035】図4は、本発明の他の実施例である。図4では、本発明を適用したシステムを構成する主要な要素のうち、図1または図2とは異なる部分のみを図示している。

【0036】図4において、反射型空間光変調素子201と202と203と204と205は、図2中101と102と103と同じ場所へ設置しているが、図2中のように横一列ではなく、従来の技術の項で述べた「図1円弧スリット走査による等倍2枚鏡系の露光光学系

のマスク上で必要とされるパターン領域206を全て含むように、順次ずれるように配置されている。

【0037】従来の「図1円弧スリット走査による等倍2枚鏡系の露光」光学系では、前出パターン領域206を選択的に照明する光学系を必要としていた。しかし、本発明を適用した本実施例では、反射型空間光変調素子201と202と203と204と205の各素子の変調領域の中で、前出パターン領域206に相当する部分のみを選択的に変調動作させるだけでよく、特別な照明光学系を必要とせずリソグラフィ装置のコストを下げることができる。

【0038】さらに、前出パターン領域206の大きさは、露光記録の解像力の程度に依存して、従来の「図1円弧スリット走査による等倍2枚鏡系の露光」光学系毎に違っており、従来は、露光記録するパターンの精度によってこの大きさを選択的に変える必要があった。しかし、本発明の実施例では、露光記録中でも前出パターン領域206の大きさを変化させることができるため、記録パターンの解像力についてより安定した露光が可能となる。

【0039】なお、実施例2と実施例3は、投影レンズ121の縮小比が5:1に限ることはなく、1:1でも実施は可能である。このとき、液晶パネルのような大面積の露光記録についても、本発明の直読である、高い歩留まりと高いスループットが実現できる。

【0040】

【発明の効果】前述のように、本発明による手段及び操作により、従来の技術による課題である複数枚に分けて

描画したレチクルまたはマスクを取り替えながら順次投影することはなくなるため、露光記録スループットを高くし、しかも、露光記録されたウェハの完成品歩留まりを高くすることが可能となる。

【0041】また、複雑なパターンを作成するために必要な、多数のパターンであっても、それを作成するデータを、直接反射型空間光変調素子に転送するだけでパターンを作成できるため、開発コストを低く押さえることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を示す斜視図である。

【図2】本発明の第2の実施例を示す斜視図であって、反射型空間光変調素子と照明光学系とシリコンウェハとステージの位置関係と動作を説明する図である。

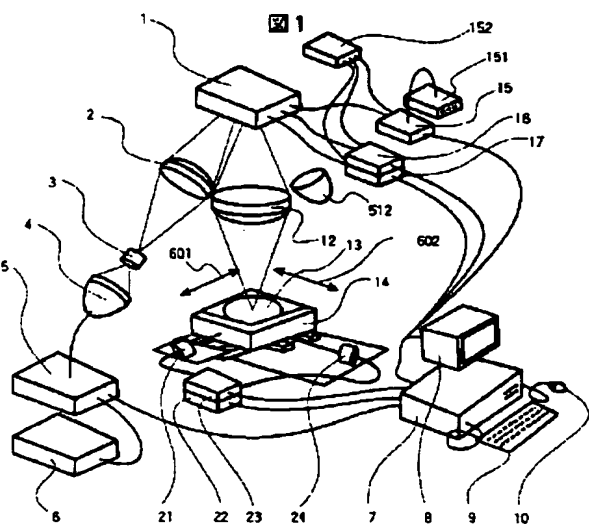
【図3】図2中反射型空間光変調素子による変調パターンの変化を説明する図である。

【図4】本発明の第3の実施例を示す斜視図である。

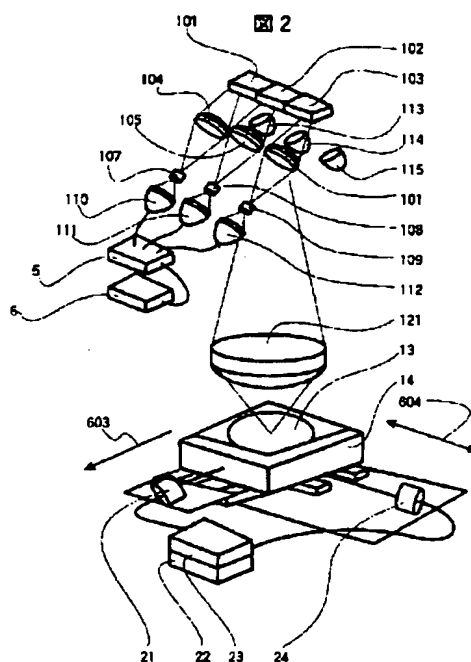
【符号の説明】

1…反射型空間光変調素子、2…照明レンズ、3…光強度一様化光学系、4…照明光源、5…発光初期化と発光安定のための回路、6…高圧電源、7…制御用コンピュータ、8…ディスプレイ、9…キーボード、10…マウス、12…投影レンズ(1:1)、13…シリコンウェハ、14…ステージ、15…1ビットD/A回路、16…デジタル行アドレス発生器、17…デジタル列アドレス発生器、21…モータ、22…モータ、23…ドライバー、24…ドライバー。

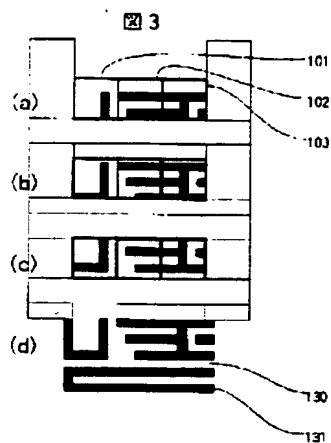
【図1】



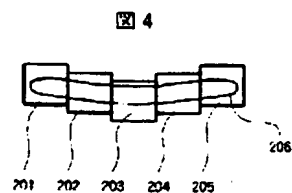
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I  
H 0 1 L 21/30

F-72-B\* (参考)

5 1 5 F

(72) 発明者 小出 晃

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日  
立製作所機械研究所内

(72) 発明者 河野 顕臣

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日  
立製作所機械研究所内

F ターム(参考) 2H041 AA16 AB14 AZ05

2H095 BA01 BA07 BC24

5F046 BA05 CA02 CB18 DA01 DA11

DD01 DD06